

РАСЧЕТ И СОЗДАНИЕ МАГНИТОЭКРАНИРОВАННЫХ ВЫСКООДНОРОДНЫХ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ COMSOL MULTIPHYSICS

Сергеев А.В.*, Нархов Е.Д., Денисов А.Ю., Сапунов В.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: sergeev.ftf@gmail.com

CALCULATION AND CREATION OF HIGLY HOMOGENEOUS MAGNETIC SYSTEMS USING COMSOL MULTIPHYSICS

Sergeev A.V.*, Narkhov E.D., Denisov A.Y., Sapunov V.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

We have studied the magnetic field of solenoid inside multi-layered cylindrical screen. Also we have evaluated heterogeneity orders of this field and presented variations of increasing homogeneity with help of additional electric coils.

Получение магнитного поля, обладающего высокой однородностью в заданном объёме, является важной задачей. Контролируемое однородное магнитное поле может найти множество применений, к примеру, в качестве среды для поверки и калибровки магнитоизмерительного оборудования.

Системы, способные создавать подобное поле, состоят, как минимум, из двух частей: экранирующей и создающей поле. Из практических соображений, простейшая такая система имеет цилиндрическую форму (для удобного доступа в зону однородного поля).

Что касается цилиндрических магнитных экранов, для них аналитически найдены приближенные решения магнитоэстатических задач по ослаблению внешнего поля [1, 2], которые, все же неприменимы, когда речь идет о вычислении однородности магнитного поля и создании высокооднородных систем, имеющих произвольные геометрические параметры.

Для системы, состоящей из соленоида, помещенного внутрь экранирующих оболочек, найти аналитическое решение не представляется возможным. В связи с этим было предложено провести физическое моделирование методом конечных элементов в пакете Comsol Multiphysics. Пример результатов этого моделирования приведен на рисунке 1. Было установлено, что поле, создаваемое помещенным в экран соленоидом, имеет большую однородность в сравнении с обычным соленоидом.

Так же, поле на оси экрана при экранировании внешнего однородного МП – неоднородно. Это связано с двумя факторами: конечные размеры цилиндра позволяют лишь приблизительно считать ослабление МП через материал экрана равным в области рабочей зоны; экспоненциально спадающее поле, проникшее

через открытые концы экрана в силу его малой длины, вносит вклад в общее поле, делая его зависимым от координаты.

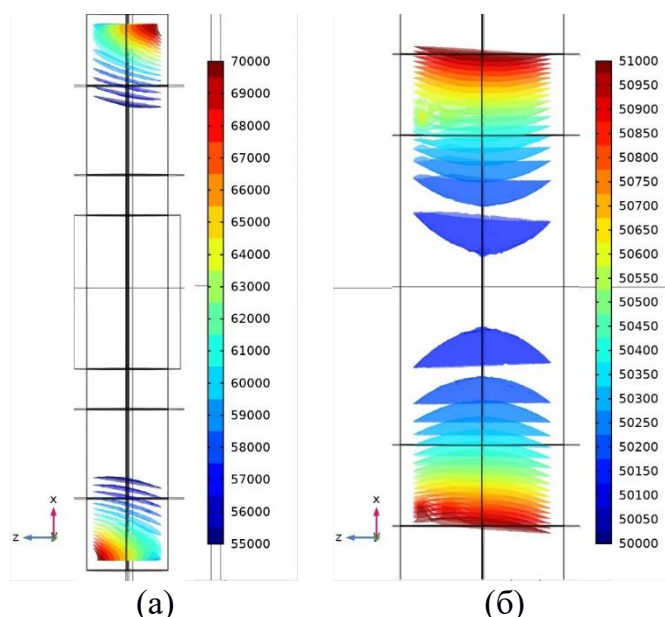


Рис. 1. Эквипотенциальные поверхности поля внутри системы экран-соленоид (поле в нТл), а – крайние области, б – центральная область

В связи с этим может быть предложено использование системы витков с током, расположенных на краях экрана с целью ослабить проникающее внешнее поле, снижая магнитную нагрузку на материал экрана. Согласно расчетам, однородность системы экран-соленоид – возрастает, при правильном выборе величины ампер-витков, на несколько порядков. К сожалению, подобная система связана с параметрами внешнего поля и требуемого создаваемого внутри поля, что лишает этот метод универсальности в плане создания различных значений поля равной однородности.

1. S.M. Freaake and T.L. Thorp, Rev. Sci. Instrum. **42**, 1411 (1971).
2. A. Mager, J. Appl. Phys. **39**, 1914 (1968).